

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-222765

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/135
G01B 11/30
G01N 37/00
H01L 31/02
H01L 31/10

(21)Application number : 11-151923

(71)Applicant : RICOH CO LTD
KANAGAWA ACAD OF SCI & TECHNOL

(22)Date of filing : 31.05.1999

(72)Inventor : FUJITA SHUNSUKE
OTSU GENICHI
KOROGI MOTONOBU

(30)Priority

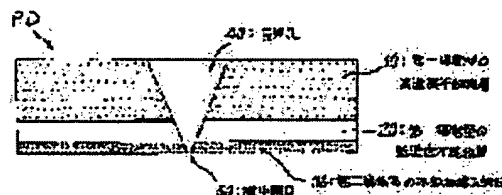
Priority number : 10334506 Priority date : 25.11.1998 Priority country : JP

(54) PROXIMITY FIELD LIGHT PROBE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical near field probe which is small in size and which significantly improves the detection efficiency for scattered light or the like produced by optical near field.

SOLUTION: This optical near field probe has a structure of at least a semiconductor photodetector (photodiode PD) consisting of a first electrical conductivity type high concn. impurity layer 10, a first electrical conductivity type low concn. impurity layer 20 and a second electrical conductivity type impurity injected region 30, and a through hole 40 having a small aperture 50 formed in the photodiode. Therefore, the optical near field probe can be made small in size by integration of the minute aperture and the semiconductor photodetector (photodiode PD) which are conventionally proposed for the generation of the proximity field light, and the detection efficiency for scattered light produced by the optical near field can be increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3642984

[Date of registration] 04.02.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-222765

(P 2 0 0 0 - 2 2 2 7 6 5 A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド (参考)
G11B 7/135		G11B 7/135	A
G01B 11/30		G01B 11/30	Z
G01N 37/00		G01N 37/00	E
			Y
H01L 31/02		H01L 31/02	A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平11-151923	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成11年5月31日 (1999.5.31)	(71) 出願人	591243103 財団法人神奈川科学技術アカデミー 神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号
(31) 優先権主張番号	特願平10-334506	(72) 発明者	藤田 俊介 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
(32) 優先日	平成10年11月25日 (1998.11.25)	(72) 発明者	大津 元一 神奈川県大和市つきみ野1-15-42
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	100067873 弁理士 樺山 亨 (外1名)

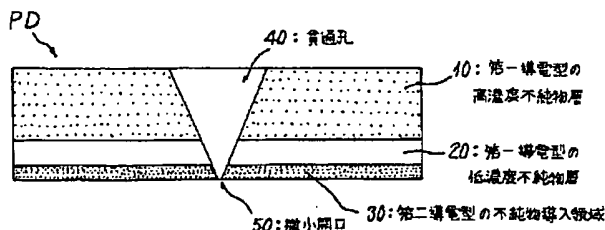
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接場光プローブ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型で且つ近接場光により発生した散乱光等の検出の効率を格段に高めることができる近接場光プローブを提供する。

【解決手段】 本発明の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層10と、第一導電型の低濃度不純物層20及び第二導電型の不純物導入領域30からなる半導体光検出器（フォトダイオード：PD）に、微小開口50を有する貫通孔40を設けた構造からなるので、従来提案されている近接場光発生用の微小開口と半導体光検出器（フォトダイオード：PD）の集積により、近接場光プローブの小型化と、近接場光により発生した散乱光等の検出の効率を格段に高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項2】請求項1に記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板の上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成した後、上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第二導電型の不純物導入領域に微小開口を形成することを特徴とする近接場光プローブの製造方法。

【請求項3】請求項1に記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板に上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成することを特徴とする近接場光プローブの製造方法。

【請求項4】少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第二導電型の不純物導入領域を上記微小開口から分離して設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項5】少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層中の上記貫通孔を、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域で囲んだことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項6】請求項5に記載の近接場光プローブにおいて、上記環状の第一導電型の高濃度不純物領域を上記第一導電型の高濃度不純物層に接続して設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項7】少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層の表面近傍部分に、上記微小開口を含み、上記第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状で、第一導電型の高濃度不純物導入領域を設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項8】請求項7に記載の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層中の上記貫通孔を、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度

不純物領域で囲むと共に、その環状の第一導電型の高濃度不純物領域を、上記微小開口を含み上記第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状の第一導電型の高濃度不純物導入領域に接続するように設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項9】請求項4～8のいずれかに記載の近接場光プローブにおいて、上記貫通孔の少なくとも第一導電型の低濃度不純物層の表面に、誘電体膜を設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項10】請求項5, 6, 8, 9のいずれかに記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、上記貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成するに際し、気相からの不純物拡散手段を用いることを特徴とする近接場光プローブの製造方法。

【請求項11】請求項4～9のいずれかに記載の近接場光プローブにおいて、上記貫通孔表面と、上記第一導電型の高濃度不純物層表面に、金属膜を設けたことを特徴とする近接場光プローブ。

【請求項12】請求項11記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、上記貫通孔表面と、上記第一導電型の高濃度不純物層表面に金属膜を設けるに際し、上記貫通孔表面の金属膜と上記第一導電型の高濃度不純物層表面の金属膜を同時に形成することを特徴とする近接場光プローブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光により情報を記録、再生または消去する光ディスク、光カード、光テープ等の光メモリに応用されるプローブに係り、特に、近接場光を発生させ、また検出するための近接場光プローブ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在実用化されている光メモリでは、レーザー光を回折限界にまで集光したレーザースポットを記録媒体へ照射し、このとき記録層に熱的・磁気的変調を与えることによって情報の記録を行い、一方記録ビットによって変調される反射光強度を検出することで情報の再生を行っている。このような情報記録手段は、記録媒体上の記録密度がレーザー波長でほぼ決定されてしまい、近年のコンピュータ等の種々の情報機器を取り巻く情報量の増大に対応していくためには回折限界を超えるような記録密度を達成する大容量光メモリが要求されている。そこでこのような次世代の大容量光メモリとして有望視されているものとして、近接場光を用いて情報の記録、再生または消去を行う光メモリが提案されており、その一例としては以下のようなものがある。

【0003】(1) 文献 “「近接場光学とその光メモリへの応用」電子情報通信学会論文誌C-1 Vol. J81-C-1 No.3 pp.119-126 1998年3月” には、半導体平面プロセス技術を用いてシリコン基板上に2次元微小開口列

を作り、上面から照射した光によって微小開口に近接場光を発生させるデバイスが提案されている。また、光検出器アレーとの集積化の可能性が示唆されている。

(2) 特開平9-198830号公報には、近接場光を用いた高密度記録装置において、近接場を記録媒体の近傍で安定して発生させることを課題として、微小開口を有する円錐形の貫通穴を設けたスライダにより、高密度記録を行うことが記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来、半導体平面プロセス技術を用いてシリコン基板上に2次元微小開口列を作り、上面から照射した光によって微小開口に近接場光を発生させるデバイスが提案されている。このようなデバイスに、光検出器を集積化すれば、このような近接場光プローブの小型化と、近接場光により発生した散乱光等が近傍で受光できるため、検出の効率を格段に高めることができる。

【0005】そこで本発明では、従来提案されている近接場光発生用の微小開口と半導体光検出器（フォトダイオード：PD）を集積して組み合わせた構成の近接場光プローブの具体的な構造及びその製造方法を提案することを目的とする（請求項1～3）。

【0006】さらに本発明では、上記目的に加えて、微小開口から近接場光を発生しながら、光検出動作を安定かつ高感度に行いうる近接場光プローブを提供することを目的とし（請求項4～9、11の目的）、さらには、貫通孔を、その貫通孔方向に沿った環状の高濃度不純物領域で囲んだ構造を作成するに際し、貫通孔奥部まで高濃度不純物領域を形成しやすい、近接場光プローブの製造方法を提供することを目的とし（請求項10の目的）、また、近接場光発生に必要な遮光のための金属膜と光検出器の構成要素である電極を同時に形成することにより、近接場光プローブの製造方法の簡略化を図ることを目的とする（請求項12の目的）。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明による近接場光プローブは、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構成としたものである。

【0008】請求項2記載の発明は、請求項1に記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板の上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成した後、上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第二導電型の不純物導入領域に微小開口を形成することを特徴としたものであ

る。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板に上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成することを特徴としたものである。

【0010】請求項4に記載の発明は、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第二導電型の不純物導入領域を上記微小開口から分離して設けた構成としたものである。

【0011】請求項5に記載の発明は、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層中の上記貫通孔を、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域で囲んだ構成としたものである。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の近接場光プローブにおいて、上記環状の第一導電型の高濃度不純物領域を上記第一導電型の高濃度不純物層に接続して設けた構成としたものである。

【0013】請求項7に記載の発明は、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層の表面近傍部分に、上記微小開口を含み、上記第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状で、第一導電型の高濃度不純物導入領域を設けた構成としたものである。

【0014】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の近接場光プローブにおいて、上記第一導電型の低濃度不純物層中の上記貫通孔を、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域で囲むと共に、その環状の第一導電型の高濃度不純物領域を、上記微小開口を含み上記第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状の第一導電型の高濃度不純物導入領域に接続するように設けた構成としたものである。

【0015】請求項9に記載の発明は、請求項4～8のいずれかに記載の近接場光プローブにおいて、上記貫通孔の少なくとも第一導電型の低濃度不純物層の表面に、誘電体膜を設けた構成としたものである。

【0016】請求項10に記載の発明は、請求項5、

6, 8, 9のいずれかに記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、上記貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成するに際し、気相からの不純物拡散手段を用いることを特徴としたものである。

【0017】請求項11に記載の発明は、請求項4～9のいずれかに記載の近接場光プローブにおいて、上記貫通孔表面と、上記第一導電型の高濃度不純物層表面に、金属膜を設けた構成としたものである。

【0018】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の近接場光プローブを製造する際の製造方法であり、上記貫通孔表面と、上記第一導電型の高濃度不純物層表面に金属膜を設けるに際し、上記貫通孔表面の金属膜と上記第一導電型の高濃度不純物層表面の金属膜を同時に形成することを特徴としたものである。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明による近接場光プローブは、基板に、単数または1次元ないし2次元の微小開口列を有する貫通孔を設け、かつ微小開口の大きさを、用いる光の波長以下とすることにより、上面から照射した光によって微小開口に近接場光を発生させるものであり、さらにこの近接場光と他の物質との相互作用による散乱光を受光する光検出器または光検出器アレーが基板に集積化された構造となっている。以下、本発明に係る近接場光プローブの構成、動作、及び製造方法を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0020】(実施例1)図1は請求項1の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例の近接場光プローブに用いる半導体光検出器は、PIN構造のフォトダイオード(PD)で、高効率で高速動作が可能であり、図1に示すように、第一導電型の高濃度不純物層10と、第一導電型の低濃度不純物層20及び第二導電型の不純物導入領域30を少なくとも有している。上記第一導電型の高濃度不純物層10としては、例えば、アンチモン(Sb)を高濃度にドーピングした抵抗率0.01Ωcm程度のシリコン(Si)基板が考えられ、第一導電型の低濃度不純物層20としては、リン(P)をドーピングした抵抗率100Ωcm程度以上のシリコンエピタキシャル層、第二導電型の不純物導入領域30としては、ボロン(B)を上記第一導電型の低濃度不純物層に拡散させたものが考えられる。この場合、p⁺n⁻n⁺型となるが、導電型を逆にしたn⁺p⁻p⁺型も可能である。第一導電型の高濃度不純物層10及び第二導電型の不純物導入領域30には図示しない配線が接続し、光検出回路へ導電路が形成される。

【0021】また、近接場光プローブを構成する場合、上記の半導体光検出器(フォトダイオード:PD)には、微小開口50を有する貫通孔40が設けられるが、貫通孔の形成方法としては、従来技術で述べた公知文献(1)に記載のように、シリコン結晶の面方位を利用し

た異方性エッチングを用いる方法や、一般的なウェットあるいはドライのエッチングによる方法を用いることができる。尚、図1では、1つの貫通孔を図示して説明しているが、半導体光検出器に複数の貫通孔を設けて微小開口アレーとすることが可能である。

【0022】(実施例2)図2(a)～(c)及び図3(a), (b)は請求項2の実施例を示す図であって、図1に示した構成の近接場光プローブを製造する際の工程説明図である。まず図2(a)に示すように、第一導電型の高濃度不純物層10及び第一導電型の低濃度不純物層20を有する半導体基板の第一導電型の低濃度不純物層20表面に第二導電型の不純物導入領域30を形成し、次に第一導電型の高濃度不純物層10側から、第一導電型の高濃度不純物層10及び第一導電型の低濃度不純物層20を貫通する貫通孔40を、水酸化ナトリウムやヒドラジン等のアルカリエッチャントによる異方性エッチングを用いて設ける。そのままエッチングが進行する場合は、第二導電型の不純物導入領域30まで貫通し、第二導電型の不純物導入領域30の表面に微小開口を形成する。

【0023】一方、図2(b)に示すように、不純物濃度やエッチャントの組成、温度等の条件の組み合わせにより、導電型の異なる第二導電型の不純物導入領域30でエッチングが停止する場合は、その後、図2(c)に示すように、残りの第二導電型の不純物導入領域30を収束イオンビームによる微細加工により貫通し、微小開口50を形成する方法をとるか、または、図3(a), (b)に示すように、その後のエッチングを等方性のウェットまたはドライエッチングに切り替えて、第二導電型の不純物導入領域30を貫通させる方法をとることができる。

【0024】(実施例3)図4(a), (b)は請求項3の一実施例を示す図であって、図1に示した構成の近接場光プローブを製造する際の工程説明図である。まず図3(a)に示すように、第一導電型の高濃度不純物層10及び第一導電型の低濃度不純物層20を有する半導体基板の第一導電型の高濃度不純物層10側から、第一導電型の高濃度不純物層10及び第一導電型の低濃度不純物層20を貫通する貫通孔40を設ける。次に図3(b)に示すように、上記第一導電型の低濃度不純物層20表面に、第二導電型の不純物導入領域30を形成する。これにより、上述の図2、図3の例で示したような、導電型の異なる境界でエッチングが停止する問題を避けることができる。尚、上記図2、図3に示した実施例、または図4に示した実施例とも、第一導電型をn型、第二導電型をp型とすると、異方性エッチングが容易になる。また、第二導電型の不純物導入領域30は、第一導電型の低濃度不純物層20の表面全面に形成しなくてもよく、図5に示す実施例のように、微小開口50の周囲に設けられていけばよい。

【0025】以上の実施例1乃至3においては、本発明に係る近接場光プローブの基本的な構造及びその製造方法について説明したが、図1や図5に示すような構造の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層10、第一導電型の低濃度不純物層20及び第二導電型の不純物導入領域30からなる半導体光検出器（フォトダイオード：PD）に、微小開口50を有する貫通孔40を設けているので、従来提案されている近接場光発生用の微小開口と半導体光検出器の集積により、近接場光プローブの小型化と、近接場光により発生した散乱光等の検出の効率を格段に高めることができる。

【0026】しかしながら、このような構成の近接場光プローブでは、半導体光検出器（PD）の動作のために逆バイアス電圧を印加しようとする、第二導電型の不純物導入領域30から第一導電型の高濃度不純物層10へ主に第一導電型の低濃度不純物層20中の上記貫通孔40表面を通じての暗電流の増加や著しい場合には沿面リークを生じ、高感度の光検出を困難にしたり、正常な受光素子の動作が得られなくなる場合がある。そこで以下の実施例においては、上記の問題をも解消し、微小開口から近接場光を発生しながら、光検出動作を安定かつ高感度に行い、近接場光プローブの構造とその製造方法について説明する。

【0027】（実施例4）図6は請求項4の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。この近接場光プローブは、上述したように、第一導電型の高濃度不純物層10と、第一導電型の低濃度不純物層20及び第二導電型の不純物導入領域30からなる半導体光検出器に、微小開口50を有する貫通孔40を設けた構造であり、上記第二導電型の不純物導入領域30を上記微小開口50から分離して設けている。これにより、図1や図5に示されるような、第二導電型の不純物領域30から貫通孔40の表面を直接経由するような電流の経路が生じなくなるため、半導体光検出器（PD）の安定な動作を実現することができる。尚、第二導電型の不純物導入領域30の微小開口50からの分離の距離は、例えば、PDの動作に必要な逆バイアス電圧を印加した際に、第一導電型の低濃度不純物層20の表面に広がる空乏層の距離以上とすることにより、本実施例の効果をより高めることができる。

【0028】（実施例5）図7は請求項5の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図6に示す近接場光プローブと同様の構成に加えて、第一導電型の低濃度不純物層20中の貫通孔40を囲むように、貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域60を形成した例である。第一導電型の高濃度不純物領域60は、その導電型に応じ、リンやボロン、その他の通常用いられるドーパントを拡散して形成することができる。この第一導電型の高濃度不純物領

域60は、貫通孔表面に沿った方向において、第二導電型の不純物導入領域30から伸びる空乏層が、逆バイアス時や零バイアス時で貫通孔40表面に沿って成長しても、僅かな伸びで止まるような阻止層として作用する。これにより貫通孔40に沿ったチャンネルの発生による、表面リーク電流の発生または増大を抑制できる。尚、この例では、図6に示すような構成の近接場光プローブに応用したものであるが、図1や図5に示すような構成の近接場光プローブにも同様に応用することができる。

【0029】（実施例6）図8は請求項6の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図7に示した請求項5の構成における環状の第一導電型の高濃度不純物領域と同様の高濃度不純物領域61を第一導電型の高濃度不純物層10に接続して設けた構成となっている。これにより第一導電型の高濃度不純物領域61は、上述のようなチャンネルの成長を阻止する機能の他、所謂PIN型PDの基板側高濃度不純物層の機能を持つことになり、微小開口50近傍で受光された光を光電変換し、電流として有効に取り出すことができる。すなわち微小開口50近傍での光検出の効率を上げることができる。ただし、本実施例の構成は、第二導電型の不純物導入領域30と第一導電型の高濃度不純物領域61の距離が比較的大きくとれ、逆バイアス印加時に他の個所より両領域間に過度の高電界化が生じない寸法に設計される場合により有効である。

【0030】（実施例7）図9は請求項7の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図6に示す近接場光プローブと同様の構成に加えて、第一導電型の低濃度不純物層20の表面近傍部分に、微小開口50を含み、第二導電型の不純物導入領域30とは分離された平面形状で、第一導電型の高濃度不純物導入領域70を設けた構成となっている。第一導電型の高濃度不純物導入領域70は、第二導電型の不純物導入領域30と同様な通常の半導体プロセスにより、第一導電型の低濃度不純物層20の表面側（図の下側）から、任意の平面形状で形成することができる。この平面形状は、第二導電型の不純物導入領域30の平面形状と一定の距離を有して微小開口50を取り囲む形状のものが好ましい。さらに、これと接続しない第一導電型の高濃度不純物導入領域71を形成し、第二導電型の不純物導入領域30の外側を取り囲むように設けてもよい。これにより、第二導電型の不純物導入領域30から近接場光プローブ表面に沿ってチャンネルが伸びることを阻止することができる。

【0031】（実施例8）図10は請求項8の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図9に示す近接場光プローブと同様の構成に加えて、第一導電型の低濃度不純物層20中の貫通孔40を囲むように、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域62を形成し、さらにその環状の

第一導電型の高濃度不純物領域62が、微小開口50を含み第二導電型の不純物導入領域30とは分離された平面形状の第一導電型の高濃度不純物導入領域72と接続された構成となっている。これにより、第二導電型の不純物導入領域30から近接場光プローブ表面、さらには、貫通孔表面に沿ってチャネルが伸びることを防止することができ、リーク電流の低減を確実に果たすことができる。尚、貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域62は、さらに第一導電型の高濃度不純物層10に接続して設けた構成とすることもできる。ただし、この構成は、第二導電型の不純物導入領域30と微小開口50や高濃度不純物領域62との距離が比較的大きくとれ、逆バイアス時に他の箇所より両領域間に過度の高電界化が生じない寸法に設計される場合により有効である。

【0032】(実施例9)図11は請求項9の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図10に示す近接場光プローブと同様の構成に加えて、貫通孔40の表面に、誘電体膜80を設けた構成としている。この誘電体膜80としては、酸化シリコンや窒化シリコン等の半導体プロセスで用いられるものが使用可能であるが、半導体がシリコンの場合は、シリコンの熱酸化により形成された酸化膜が最適である。この誘電体膜80は、半導体表面の保護層として機能し、界面の欠陥や不純物等に起因するPDのリークを防止することができる。また、後述の金属膜を積層する場合、半導体と金属膜の電気伝導を行わせない場合には、絶縁層として機能する。これにより、光検出器の経時変化やリークによる動作不良、金属膜の積層によるショートを防止することができる。尚、このような誘電体膜80は、光検出器の受光面等、貫通孔表面以外の部分に形成されてもよい。また、図11は図10に示した近接場光プローブの貫通孔40の表面に誘電体膜80を設けた構成であるが、図6～9いずれかの構成の近接場光プローブの、貫通孔40の表面に誘電体膜を設けた構成としてもよい。

【0033】(実施例10)本実施例では、上述の実施例5、6、8、9(請求項5、6、8、9)のいずれかに記載の近接場光プローブを製造する際、貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域(60、61、62)を形成するに際し、気相からの不純物拡散手段を用いるものであるが、以下にその理由を述べる。

【0034】図12は近接場光プローブを製造する際の問題例を示す図である。実施例5、6、8または9の近接場光プローブにおいて、貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域60、61、62を形成するに際し、図12(a)、(c)に示すような、貫通孔の断面形状が比較的緩やかなテーパ形状を有する場合には、通常の半導体プロセスで使われるイオン注入法

D法、PVD法により被着させ、この層から固相-固相拡散法により不純物拡散を行わせることが可能である。しかし、図12(b)、(d)に示すような、貫通孔の断面形状が垂直か、比較的急なテーパ形状を有する場合には、上記の方法では、貫通孔を囲む形状の不純物拡散領域を形成することは困難である。

【0035】そこでこのような場合には、気相からの不純物拡散手段を用いることにより、垂直あるいは比較的急なテーパ形状を有する断面の貫通孔にも環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成することができる。この場合、プレデポ/ドライブインのプレデポの際に気相からの反応を用いればよく、不純物源自体は、気相、液相、固相のいずれもが可能である。

【0036】(実施例11)図13は請求項11の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。本実施例は、図11に示す近接場光プローブと同様の構成に加えて、貫通孔40の表面と、第一導電型の高濃度不純物層10の表面に、金属膜91、92を設けたものである。尚、上記の例の他、図6～10のいずれかの構成の近接場光プローブの貫通孔40表面と、第一導電型の高濃度不純物層10の表面に金属膜を設けた構成としてもよい。

【0037】実施例4乃至9に示した本発明の近接場光プローブにおいては、近接場光発生のため貫通孔40に光を照射する際に、用いる光の波長と基板材料の透過率の関係による遮光目的や、近接場光の発生原理からの必要性、または近接場光の増強のための反射目的で、図13に示すように貫通孔40の表面に金属膜92を設けることができる。一方、光検出器であるPDには、光検出のための回路等への導電路としての金属膜91の積層が必要である。

【0038】(実施例12)実施例11(請求項11)に示すような構成の近接場光プローブを製造する際、貫通孔表面と、第一導電型の高濃度不純物層表面に金属膜を設けるに際し、貫通孔表面の金属膜92と、第一導電型の高濃度不純物層表面の金属膜91は、同時に形成するとよい。すなわち、これらの、貫通孔表面と、第一導電型の高濃度不純物層表面に金属膜91、92を設けるに際しては、これらを別々の工程で、必要により別の材料で形成することも可能であるが、例えば、アルミニウム(A1)や、金(Au)、クロム(Cr)といった両方に共用できる金属で同時に形成すれば、工程が省け、製造の効率を上げることができる。

【0039】この時、図8に示した実施例7(請求項7)の構成や、実施例8(請求項8)の付加例のように、環状の第一導電型の高濃度不純物領域61、62を第一導電型の高濃度不純物層10に接続して設けた構成の場合、上記金属膜91、92は、連続して形成し、電氣的に接続されるようにし、かつこの金属膜92が形成される部分のうち、第一導電型の高濃度不純物層10及

(a)や、ドーパントを含んだ層をスピン・オンやCV

び環状の第一導電型の高濃度不純物領域61、62に積層する部分には、実施例9（請求項9）の構成要素である誘電体膜80は設けないようにするとよい。

【0040】一方、上記以外の構成の場合には、図13に示したように、貫通孔40部分には誘電体膜80を設け（請求項9の構成）、さらにその上に金属膜92を形成するようにするとよい。このように構成された場合は、第一導電型の高濃度不純物層10に積層される金属膜91との連続性は問わない。さらに絶縁を確実にするためには、むしろ不連続にし、電気的な接続を断つようにすることができる。尚、第一導電型の高濃度不純物層10に積層される金属膜91には、さらに外部への図示されない導電路を接続することができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造からなるので、従来提案されている近接場光発生用の微小開口と半導体光検出器（フォトダイオード：PD）の集積により、近接場光プローブの小型化と、近接場光により発生した散乱光等の検出の効率を格段に高めることができる。

【0042】請求項2記載の近接場光プローブの製造方法においては、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板の上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成した後、上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第二導電型の不純物導入領域に微小開口を形成するので、貫通孔の形成に際しての様々な条件の変化に対応して、請求項1の近接場光プローブ構造を製造することができる。

【0043】請求項3記載の近接場光プローブの製造方法においては、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を有する半導体基板上に上記第一導電型の高濃度不純物層側から、第一導電型の高濃度不純物層及び第一導電型の低濃度不純物層を貫通する貫通孔を設け、その後上記第一導電型の低濃度不純物層表面に、第二導電型の不純物導入領域を形成するので、貫通孔の形成時における、導電型の違いによる条件の複雑化を避けて、請求項1の近接場光プローブ構造を安定して製造することができる。

【0044】請求項4記載の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造からなり、上記第二導電型の不純物導入領域を上記微小開口から分離して設けた構成としたので、

第二導電型の不純物導入領域から貫通孔の表面を直接經由するような電流の経路が生じなくなるため、半導体光検出器の安定な動作を実現することができる。

【0045】請求項5記載の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造からなり、上記第一導電型の低濃度不純物層中の上記貫通孔を囲むように、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成しているので、貫通孔表面に沿った方向において、第二導電型の不純物導入領域から伸びる空乏層が、逆バイアス時や零バイアス時に貫通孔表面に沿って成長しても、僅かな伸びで止まるような阻止層として作用する。これにより貫通孔に沿ったチャネルの発生による、表面リーク電流の発生または増大を抑制することができる。

【0046】請求項6記載の近接場光プローブにおいては、請求項5の構成に加えて、環状の第一導電型の高濃度不純物領域を第一導電型の高濃度不純物層に接続して設けた構成としたので、上述のようなチャネルの成長を阻止する機能の他、所謂PIN型PDの基板側高濃度不純物層の機能を持つことになり、微小開口近傍で受光された光を光電変換し、電流として有効に取り出すことができる。すなわち微小開口近傍での光検出の効率を上げることができる。

【0047】請求項7記載の近接場光プローブにおいては、少なくとも、第一導電型の高濃度不純物層と、第一導電型の低濃度不純物層及び第二導電型の不純物導入領域からなる半導体光検出器に、微小開口を有する貫通孔を設けた構造からなり、第一導電型の低濃度不純物層の表面近傍部分に、上記微小開口を含み、上記第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状で、第一導電型の高濃度不純物導入領域を設けた構成としたので、第二導電型の不純物導入領域から近接場光プローブ表面に沿ってチャネルが伸びることを阻止することができる。

【0048】請求項8記載の近接場光プローブにおいては、請求項7の構成に加えて、第一導電型の低濃度不純物層中の貫通孔を囲むように、その貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成し、さらにその環状の第一導電型の高濃度不純物領域を、微小開口を含み第二導電型の不純物導入領域とは分離された平面形状の第一導電型の高濃度不純物導入領域に接続するように設けた構成としたので、第二導電型の不純物導入領域から近接場光プローブ表面、さらには、貫通孔表面に沿ってチャネルが伸びることを防止することができ、リーク電流の低減を確実に果たすことができる。

【0049】請求項9記載の近接場光プローブにおいては、請求項4～8のいずれかの構成に加えて、貫通孔の少なくとも第一導電型の低濃度不純物層の表面に、誘電体膜を設けた構成としたので、その誘電体膜が半導体表

面の保護層として機能し、界面の欠陥や不純物等に起因する半導体光検出器のリーク電流を防止することができる。また、さらに金属膜を積層する場合には誘電体膜が絶縁層として機能する。よって、光検出器の経時変化やリークによる動作不良、金属膜の積層によるショートを防止することができる。

【0050】請求項10記載の近接場光プローブの製造方法においては、請求項5、6、8、9のいずれかに記載の近接場光プローブを製造する際、貫通孔方向に沿った環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成するに際し、貫通孔の断面形状が垂直か、比較的急なテーパ形状を有する場合にも、気相からの不純物拡散手段を用いているので、断面の貫通孔に環状の第一導電型の高濃度不純物領域を形成することができる。

【0051】請求項11記載の近接場光プローブにおいては、請求項4～9のいずれかの構成に加えて、貫通孔表面と、第一導電型の高濃度不純物層表面に、金属膜を設けた構成としたので、貫通孔表面に設けた金属膜が、近接場光発生のため貫通孔に光を照射する際に光が基板側に透過することを防止する遮光膜や、近接場光の発生原理からの必要性または近接場光の増強のための反射膜として機能し、また、第一導電型の高濃度不純物層表面に設けた金属膜が、光検出のための回路等への導電路として機能する。

【0052】請求項12記載の近接場光プローブの製造方法においては、請求項11に記載の近接場光プローブを製造する際、貫通孔表面と、第一導電型の高濃度不純物層表面に金属膜を設けるに際し、貫通孔表面の金属膜と第一導電型の高濃度不純物層表面の金属膜を両方に共用できる金属で同時に形成するので、工程が省け、製造の効率を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図2】請求項2の一実施例を示す図であって、図1に示した構成の近接場光プローブを製造する際の工程説明

図である。

【図3】請求項2の別の実施例を示す図であって、図1に示した構成の近接場光プローブを製造する際の工程説明図である。

【図4】請求項3の一実施例を示す図であって、図1に示した構成の近接場光プローブを製造する際の工程説明図である。

【図5】請求項1の別の実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図6】請求項4の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図7】請求項5の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図8】請求項6の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図9】請求項7の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図10】請求項8の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図11】請求項9の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【図12】近接場光プローブを製造する際の問題例を示す図である。

【図13】請求項11の一実施例を示す近接場光プローブの概略要部断面図である。

【符号の説明】

10：第一導電型の高濃度不純物層

20：第一導電型の低濃度不純物層

30：第二導電型の不純物導入領域

40：貫通孔

50：微小開口

60、61、62：第一導電型の高濃度不純物領域

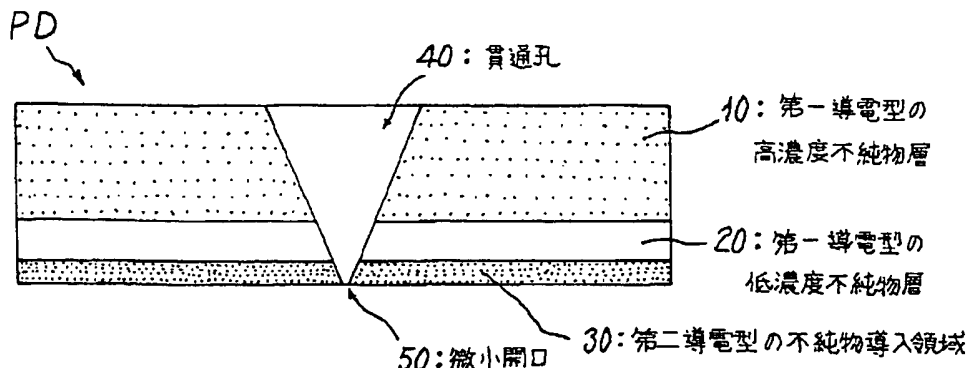
70、71、72：第一導電型の高濃度不純物導入領域

80：誘電体膜

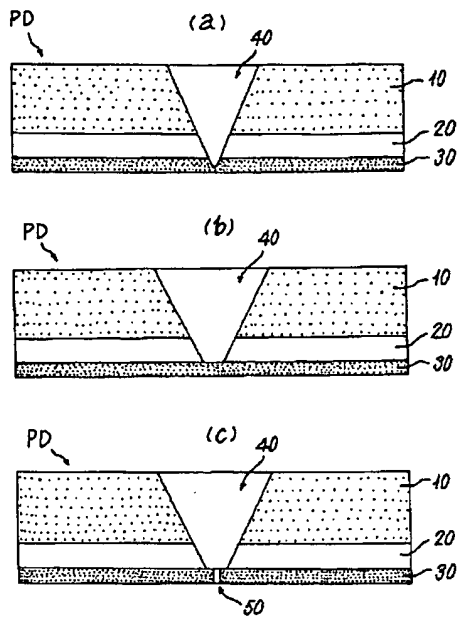
91、92：金属膜

PD：半導体光検出器

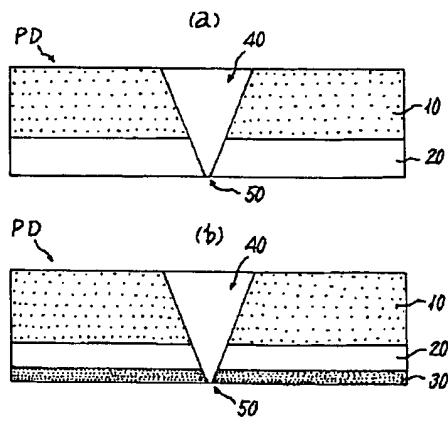
【図1】



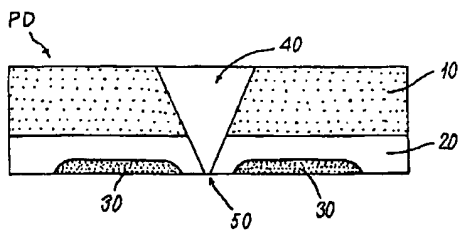
【図 2】



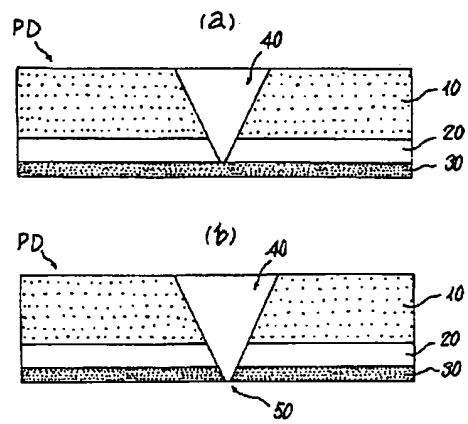
【図 4】



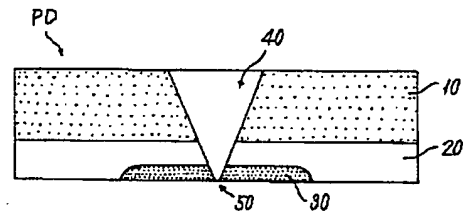
【図 6】



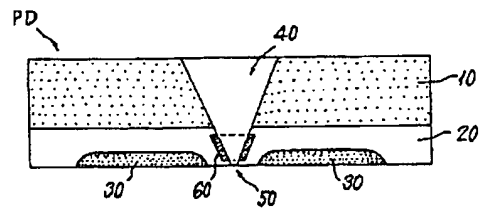
【図 3】



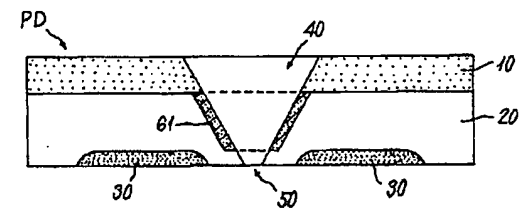
【図 5】



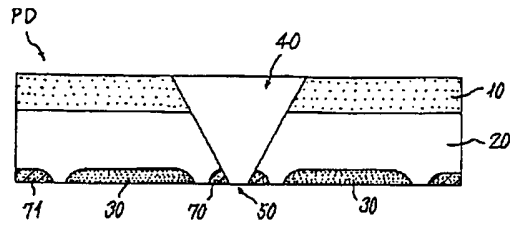
【図 7】



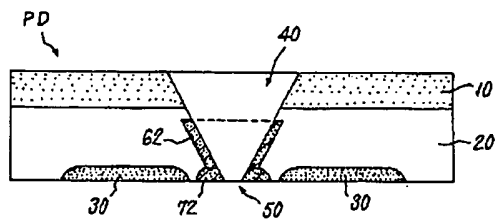
【図 8】



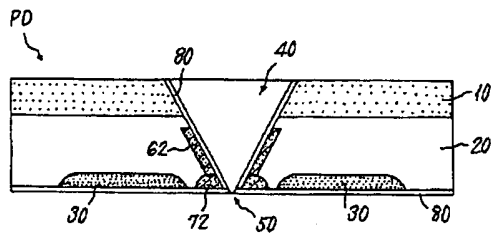
【図 9】



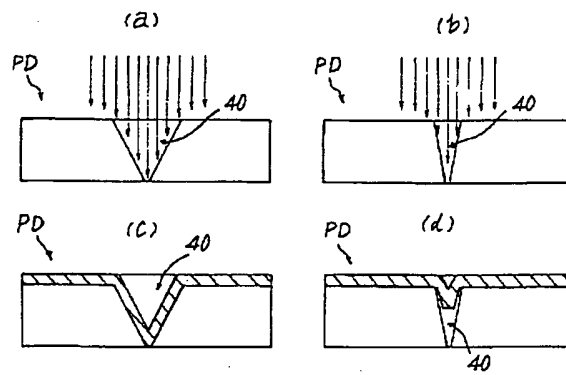
【図 10】



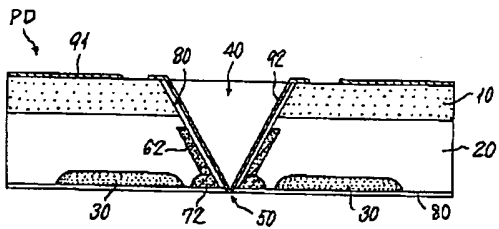
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H01L 31/10

識別記号

F I

H01L 31/10

テーマコード(参考)

A

(72) 発明者 興梠 元伸

神奈川県横浜市旭区若葉台 2-8-302